

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

«31» марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.05 Системы автоматизированного проектирования объектов электро-
энергетики**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль): Электроснабжение и энергосбережение
Программа: магистратура
Форма обучения: очная, заочная

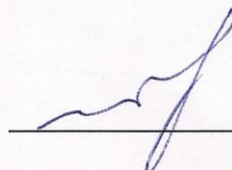
Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	1,2	1,2
Общая трудоёмкость в з.е./часах	7,5/270	7,5/270
Контактная работа (час.), в том числе:	110	38
лекции (час.)	34	10
практические (семинарские) занятия (час.)	17	4
лабораторные работы (час.)	51	10
Самостоятельная работа (час.), в том числе	124	196
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	2/27	2/27
Контроль (экзамен/зачёт, час.)	зачет экз.,36час.	зачет экз.,36час.

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Системы автоматизированного проектирования объектов электроэнергетики» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», (направленность (профиль) «Электроснабжение и энергосбережение») для 2023 года приёма по очной и заочной формам обучения.

Составитель:

Профессор кафедры электроснабжения
промышленных предприятий
и городов,
д.т.н., доцент



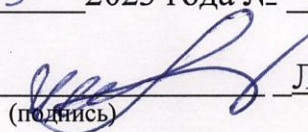
Бершадский И.А.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий и городов»

Протокол от «15» 03 2023 года № 9

Заведующий кафедрой

(подпись)



Левшов А.В.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ДОННТУ по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель

(подпись)



Ткаченко С.Н.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий и городов».

Протокол от « » 20__ года №

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий и городов».

Протокол от « » 20__ года №

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий и городов».

Протокол от « » 20__ года №

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы специфических понятий и особенностей систем автоматизированного проектирования (САПР) систем электроснабжения, компьютерных систем их поддержки. Для изучения курса требуется знание математики и общеинженерных дисциплин в объеме, типичном для технического университета.

Целью дисциплины является: изучение основ САПР, методик проектирования систем электроснабжения на основе современных программных продуктов с учетом требований по энергосбережению, навыков эксплуатации таких САПР как на этапе проектирования, так и модернизации систем электроснабжения. приобретение знаний по электроэнергетическим характеристикам потребителей электроэнергии, оценка их влияния на режимы системы электроснабжения с применением современных программных комплексов компьютерного проектирования, а также овладение теоретическими основами работы современных бытовых приборов.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- математическое обеспечение процедур анализа и синтеза проектных решений;
 - состав и функции системных сред САПР;
 - методики концептуального проектирования сложных систем, а также вопросы интеграции САПР с автоматизированными системами управления, логистики и делопроизводства;
 - принцип действия основных потребителей электроэнергии;
 - методы расчета нагрузок и принципиальные схемы электроснабжения зданий и предприятий;
 - основы компьютерного проектирования электрического освещения и электрических сетей;
 - основные характеристики бытовых электроприборов.
- уметь:
- практически осуществлять расчеты установившихся и переходных режимов работы оборудования;
 - квалифицированно выбирать элементы цепей систем электроснабжения;
 - рассчитывать токи короткого замыкания,
 - оценить эффективность принятых решений при различных условиях работы;
 - дать качественную оценку применяемых САПР, а также анализ и синтез принимаемых технических и организационных решений на их основе;
 - оценивать эффективность технологического процесса передачи и распределения электрической энергии в электрических сетях зданий и предприятий; практически осуществлять расчеты установившихся и переходных режимов работы оборудования;
 - выполнять расчет нагрузок, выбирать защитные и коммутационные аппараты в схемах электроснабжения зданий и предприятий;

- выполнять практические расчеты и чертежи в современных программных комплексах для проектирования систем электроснабжения.

владеть:

- навыками расчетов установившихся и переходных режимов работы оборудования; расчета нагрузок; выбора защитных и коммутационных аппаратов в схемах электроснабжения зданий и предприятий;

- навыками концептуального проектирования сложных систем, а также вопросы интеграции САПР с автоматизированными системами управления, логистики и делопроизводства;

- навыками компьютерного проектирования электрического освещения и электрических сетей.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способен проектировать объекты профессиональной деятельности и организовывать работу по их проектированию (ПК-2).

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Физика», «Высшая математики», «Теоретические основы электротехники», «Компьютерное моделирование физических процессов», «Информатика», «Современные пакеты прикладных программ».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении курсового проекта по дисциплине «Энергосбережение в системах электроснабжения», изучении последующих дисциплин – «Электроснабжение городов», «Противоаварийная автоматика электротехнических комплексов», прохождении преддипломной практики, прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор.	Практ.	СРС
Тема 1. Задачи курса. Введение в автоматизированное проектирование.	14/12	2/0	4/0	0/0	8/12
Тема 2. Техническое обеспечение САПР.	14/12	2/0	4/0	0/0	8/12
Тема 3. Математическое обеспечение анализа проектных решений.	14/12	2/0	4/0	0/0	8/12
Тема 4. Введение в электротехнические САПР CSOFT	14/12	2/0	4/0	0/0	8/12
Тема 5. Программный комплекс “EnergyCS” (Режим, Потери)	16/13	2/0	6/1	0/0	8/12
Тема 6. Программный комплекс “EnergyCS” (ТКЗ)	16/15	2/2	6/1	0/0	8/12
Тема 7. Программный комплекс EnergyCS Электрика	17/16	4/2	6/2	0/0	7/12
Тема 8. Классификация сетей до 1000 В.	8/12	2/0	0/0	0/0	6/12
Тема 9. Нормы и правила проектирования электроустановок зданий и промышленных предприятий.	8/12	2/0	0/0	0/0	6/12
Тема 10. Схемы электрических сетей жилых и общественных зданий.	12/16	2/2	4/2	0/0	6/12
Тема 11. Электроснабжение медицинских помещений.	10/14	4/0	0/0	0/0	6/14
Тема 12. Проектирование системы электроснабжения жилых и общественных зданий в программной среде Projekt Studio Электрика.	17/13	2/0	0/0	9/2	6/11
Тема 13. Model Studio CS ОРУ	24/20	4/4	6/2	8/2	6/12
Тема 14. Model Studio CS Кабельное хозяйство	15/14	2/0	7/2	0/0	6/12
Контактная работа (дополнительная)	8/14				
Курсовая работа (проект)	27/27				27/27
Итого по видам занятий	234/234	34/10	51/10	17/4	124/196
Контроль	36/36				
Итого:	270				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-2	Тема 1-14

3.2 Лекции

Тема 1. Введение в автоматизированное проектирование.

Понятие проектирования. Принципы системного подхода. Уровни проектирования Стадии проектирования. Модели и их параметры в САПР. Проектные процедуры. Жизненный цикл изделий .Структура САПР. Введение в CALS-технологии. Этапы проектирования автоматизированных систем.

Литература к теме 1: [\[1, 2\]](#)

Тема 2. Техническое обеспечение САПР.

Требования к техническому обеспечению САПР. Процессоры ЭВМ. Память ЭВМ. Мониторы. Периферийные устройства. Шины компьютера. Типы вычислительных машин и систем. Персональный компьютер. Рабочие станции. Архитектуры серверов и суперкомпьютеров.

Примеры серверов. Суперкомпьютеры XXI века.

Литература к теме 2: [\[1, 2\]](#)

Тема 3. Математическое обеспечение анализа проектных решений.

Требования к математическим моделям и методам в САПР. Фазовые переменные, компонентные и топологические уравнения. Основные понятия теории графов. Представление топологических уравнений. Особенности эквивалентных схем механических объектов. Методы формирования математических моделей на макроуровне. Выбор методов анализа во временной области. Алгоритм численного интегрирования систем дифференциальных уравнений. Методы решения систем нелинейных алгебраических уравнений. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Анализ в частотной области. Многовариантный анализ. Организация вычислительного процесса в универсальных программах анализа на макроуровне. Математические модели для анализа на микроуровне. Методы анализа на микроуровне. Метод конечных элементов для анализа механической прочности. Моделирование аналоговых устройств на функциональном уровне. Математические модели дискретных устройств. Методы логического моделирования. Системы массового обслуживания. Аналитические модели СМО. Уравнения Колмогорова. Пример аналитической модели. Модель многоканальной СМО с отказами. Принципы имитационного моделирования. Событийный метод моделирования. Краткое описание языка GPSS. Сети Петри. Анализ сетей Петри.

Литература к теме 3: [\[1, 2, 11\]](#)

Тема 4. Введение в электротехнические САПР CSoft.

Кратко о компании CSoft. Список электротехнических решений компании CSoft. Принятые сокращения (гlossарий). Представление расчетной схемы электрической сети. Общие принципы ввода графического изображения схемы.

Литература к теме 4: [\[3, 5, 11\]](#)

Тема 5. Программный комплекс “EnergyCS” (Режим, Потери)

Ввод исходной модели. Однолинейная схема сети. Работа со встроенной справочной базой данных. Пополнение базы данных.

Расчет установившегося режима. Оценка статической устойчивости. Анализ качества по отклонениям напряжения. Расчет разомкнутых участков сети. Расчет коэффициентов загрузки ТП. Расчет сложно замкнутой сети.

Передача графической информации в AutoCAD.

Литература к теме 5: [\[3, 4, 15\]](#)

Тема 6. Программный комплекс “EnergyCS” (TK3)

Ввод исходной модели. Однолинейная схема сети. Работа со встроенной справочной базой данных. Пополнение базы данных.

Расчеты токов короткого замыкания (КЗ) для проверки оборудования по термическому и электродинамическому действию. Расчет токов КЗ для определения установок релейной защиты и автоматики.

Расчет токов во всех элементах сети и остаточных напряжений во всех узлах сети при КЗ в заданной точке.

Расчет токов КЗ последовательно для заданных точек КЗ с отображением токов в ветвях.

Расчет ударных токов, периодической и аperiodической составляющих тока КЗ, а также интегралов Джоуля для места повреждения.

Расчет тока в заданной ветви при коротких замыканиях в указанных точках с приведением токов КЗ к ступени напряжения ветви.

Расчет емкостных токов однофазных замыканий на землю в сети с изолированной нейтралью.

Литература к теме 6: [\[3, 4, 15\]](#)

Тема 7. Программный комплекс EnergyCS Электрика

Формирование расчетной модели электрической сети (от 12 до 1000 В) и, частично, среднего (от 6 до 10 кВ). Однолинейная схема сети. Работа со встроенной справочной базой данных. Пополнение базы данных.

Определение расчетных токовых нагрузок для всех элементов распределительной сети. Расчет фазных и линейных напряжений в каждой точке сети, симметричных составляющих напряжений и соответствующих коэффициентов несимметрии.

Расчет величины тепловыделений в электрооборудовании. Расчет пиковых (пусковых) токов и времени их протекания во всех элементах сети, а также напряжений в каждой точке при протекании пиковых токов с оценкой наибольших отклонений напряжений от номинальных значений.

Определение для каждого элемента сети максимальных токов в начальный момент времени при трехфазном и однофазном коротком замыкании (КЗ) и наибольшего значения ударного тока КЗ. Определение для каждого элемента сети минимальных токов при однофазном, двухфазном и трехфазном КЗ с учетом сопротивления дуги, а также с учетом нагревания токоведущих частей рабочим током и током КЗ

Оценка тока и напряжения самозапуска для отстройки релейных защит. Оценка температуры жил проводов и кабелей при рабочих токах и на моменты отключения токов КЗ основными и резервными защитами для проверки кабелей на термическую стойкость и невозгорание, определение интеграла Джоуля.

Литература к теме 7: [\[3, 4, 15\]](#)

Тема 8. Задачи курса. Классификация сетей до 1000 В.

Категории надежности электроприемников. Электрическая сеть в квартале города.

Сеть ТТ с глухозаземленной нейтралью трансформатора. Сеть TN-S с глухозаземленной нейтралью трансформатора. Сеть TN-C-S с глухозаземленной нейтралью трансформатора. Сеть с системой IT. Расчет тока первого замыкания и напряжения прямого и косвенного прикосновения в сети IT. Устройство защитного отключения. Выбор типа и параметров УЗО. Общие требования по применению УЗО. Защита однофазных потребителей от перенапряжений при обрыве нулевого провода.

Литература к теме 1: [\[1\]](#)

Тема 9. Нормы и правила проектирования электроустановок зданий и промышленных предприятий.

Надежность электроснабжения. Показатели качества электрической энергии. Исходные данные для проекта электроустановок зданий и промышленных предприятий. Расчетные электрические нагрузки жилых зданий. Расчетные электрические нагрузки общественных зданий и коммунальных предприятий. Определение потери напряжения в 2-х проводной сети. Расчет потерь напряжения осветительных магистралей.

Литература к теме 9: [\[1, 6\]](#)

Тема 10. Схемы электрических сетей жилых и общественных зданий.

Схемы внутриквартальных питающих сетей. Схемы питающих сетей и вводно-распределительных устройств жилых зданий. Схемы электроснабжения муниципальных квартир. Схемы электроснабжения квартир повышенной комфортности и коттеджей. Пример схемы электроснабжения торгового комплекса.

Литература к теме 10: [\[1, 6, 9, 14\]](#)

Тема 11. Электроснабжение медицинских помещений.

Классификация медицинских помещений. Медицинская система IT. Схемы электроснабжения потребителей особой группы. Источники бесперебойного питания в системах гарантированного питания электроснабжения медицинских помещений. Пример организации IT сети с 3-мя вводами. Электрощитки для операционных. Пример выбора аккумуляторной батареи и источника бесперебойного питания.

Литература к теме 11: [\[1\]](#)

Тема 12. Проектирование системы электроснабжения жилых и общественных зданий в программной среде Project Studio Электрика.

Назначение и возможности программы. Создание нового проекта. Работа с подосновой AutoCAD. Работа с технологическим заданием. Работа с электрической моделью. Пример использования программы Project Studio CS Электрика.

Литература к теме 12: [\[4, 6, 9, 11, 14\]](#)

Тема 13. Model Studio CS ОРУ

Вставка оборудования из базы данных. Компоновка ОРУ. Параметризация объектов. Сохранение объектов AutoCAD в базу данных. Мехрасчет гибкой ошиновки. Подвеска проводов. Параметризация объектов. Сохранение объектов AutoCAD в базу данных. Создание разрезов в любом месте трехмерной модели. Автоматическая простановка размеров на разрезах. Проверка модели на коллизии.

Литература к теме 13: [\[4, 5, 7, 11\]](#).

Тема 14. Model Studio CS Кабельное хозяйство

База данных. Конструирование кабельных конструкций. Раскладка кабеля. Получение табличной документации. Получение графической документации.

Создание BIM-модели кабельного хозяйства. Проектирование кабельных конструкций. Расстановка оборудования на 3D-модели

Литература к теме 14: [\[4, 5, 8, 11\]](#).

3.3 Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Расчет режима работы энергосистемы в MathCAD	9/2	[13]
2	Использование блоков и атрибутов в AutoCAD	8/2	[4, 13]
ИТОГО:		17/4	

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час. очн/заочн	Литература
1	Знакомство с интерфейсом NanoCAD электро. Основы работы в программе	10/2	[6, 9]
2	Создание топологии здания	10/2	[6, 9]
3	Проектирование установки светильников, выключателей и распределительного устройства	10/6	[6, 9]
4	Проектирование электротехнической модели (ЭТМ), прокладки трасс, прокладки кабелей, питающих сетей	10/0	[6, 9]
5	Подбор коммутационного оборудования, создание отчетов, создание 3D-модели	11/0	[6, 9]
Итого:		51/10	

3.5 Самостоятельная работа студента [\[12\]](#)

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн./заочн
1	Изучение лекционного материала	47/80
2	Подготовка к практическим занятиям	10/10
3	Подготовка к лабораторным работам	40/70
4	Выполнение курсового проекта	-/-
5	Выполнение курсовой работы	27/27
6	Выполнение индивидуального задания	0/9
Итого:		124/196

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Программой дисциплины предусмотрено выполнение студентами **курсовой работы во 2-м семестре** [\[14\]](#).

Целью данной курсовой работы (КР) является: обобщение, систематизирование и закрепление знаний по дисциплинам «Вопросы компьютерного проектирования» «Электроснабжение», «Проектирование систем электроснабжения», «Электроснабжение городов» закрепление умения пользоваться программой ProjectStudioCS Электрика 10.0.

КР должна содержать расчет электроснабжения предприятия (коммунального, административного, малого цеха и др.): краткую характеристику предприятия, выбор питающего напряжения, системы заземления, количества и мощности трансформаторов, расчет низковольтной расчетной нагрузки отдельных присоединений и всего предприятия в целом, расчет и выбор аппаратов защиты и сечений участков сети, расчет токов короткого замыкания, экспорт отчетной документации. Также курсовой работой предусмотрено применение более современного оборудования, что позволит достичь высокой степени надежности, автоматизации и безопасности.

Разработка всех разделов проекта должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных технических средств и передовой технологии. Соответствующие решения – приниматься на основе анализа современной технической литературы и с использованием баз данных электрооборудования и конструкций.

КР имеет одинаковое типовое по форме и методике разработки содержание для всех студентов. Объем КР – не более 50 страниц сброшюрованных рукописного или машинописного текста. Студент обязан оформить проект строго в соответствии с установленными требованиями.

Для студентов заочной формы обучения в 1 семестре предусмотрено выполнение контрольной работы по форме индивидуального задания [10].

Тематика индивидуального задания:

- знакомство с программой Autocad, интерфейсом, основными командами, возможностями двухмерного черчения в формате А4 начертить 2-х мерный чертеж.

Отчет о работе состоит из текстовой части на листах формата А4 и принципиальной схемы электроснабжения в Autocad, таблицы с расчетами.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 15-20 страниц формата А4 (210×297 мм).

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе ;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену:

1. Energy CS Режим: Назначение и возможности комплекса.
2. Energy CS Режим: Работа с таблицами. Работа с графическим изображением схемы.
3. Energy CS Режим: Таблицы результатов по узлам и ветвям. Баланс мощности. Межрайонные перетоки мощности.
4. Energy CS Режим: Структура потерь мощности. Уровни напряжений.
5. Energy CS Режим: Таблицы объектов электрической сети. Таблицы фидеров. Схемные параметры. Графики фидеров.
6. Energy CS Режим Утяжеление режима.
7. Energy CS Режим: Работа с базой данных справочной информации.
8. EnergyCS ТКЗ: Назначение и возможности комплекса.
9. EnergyCS ТКЗ: Представление расчетной схемы электрической сети. Основные функции главного меню программного комплекса.
10. EnergyCS ТКЗ: Работа с графическим изображением схемы.
11. EnergyCS ТКЗ: Работа с таблицами. Основные таблицы программного комплекса. Таблицы результатов. Таблицы объектов электрической сети.
12. EnergyCS ТКЗ: Основные виды расчетов и виды результатов расчетов. Расчет тока КЗ в одном узле. Расчет тока КЗ во множестве выделенных узлов.
13. EnergyCS ТКЗ: Представление результатов в виде векторных диаграмм. Работа с базой данных справочной информации.
14. Energy CS Потери: Назначение и возможности комплекса.
15. Energy CS Потери: Работа с графическим изображением схемы.
16. Energy CS Потери: Работа с таблицами. Таблицы исходных данных. Таблицы объектов электрической сети.
17. Energy CS Потери: Расчет и анализ потерь электроэнергии в разомкнутых распределительных и в сложноразомкнутых системообразующих сетях.
18. Energy CS Потери: Расчет потерь энергии в произвольных сетях прямым интегрированием по графикам электрических нагрузок.
19. Energy CS Потери: Расчет потерь в низковольтных сетях по обобщенной информации. Анализ потерь электроэнергии и их составляющих по классам номинальных напряжений и районам. Таблицы результатов.
20. Energy CS Потери: Работа с базой данных справочной информации.

21. Какие электротехнические решения группы компаний CSOFT Вам известны?
22. Как провести светотехнический расчет в ProjectStudio CS Электрика?
23. Категории надежности электроприемников. Непромышленные электроприемники особой группы.
24. Каков перечень решаемых задач ProjectStudio CS Электрика? В чем особенность интерфейса ProjectStudio CS Электрика?
25. Особенности сетей TN-C, TN, TT.
26. Объясните возможности работы с электрической моделью в ProjectStudio CS Электрика.
27. Расчет тока однофазного КЗ, напряжения прикосновения, напряжения смещения нейтрали в сети TN.
28. Какая выходная документация может быть получена в ProjectStudio CS Электрика?
29. Расчет тока однофазного КЗ, напряжения прикосновения, напряжения смещения нейтрали в сети TT.
30. Каким образом создается новый проект и как осуществить работу с подосновой AutoCAD в ProjectStudio CS Электрика?
31. Расчет тока первого замыкания и напряжения прямого и косвенного прикосновения в сети IT.
32. Какие электротехнические расчеты реализованы в ProjectStudioCS Электрика?
33. Особенности расчета нагрузок общественных зданий по СП-256.132 – 2016.
34. Объясните порядок подключения потребителей в проект ProjectStudioCS Электрика.
35. Особенности групповых осветительных и силовых сетей общественных зданий.
36. Прокладка кабелей и трасс в ProjectStudioCS Электрика.
37. Model Studio CS ОРУ: компоновки (размещения) оборудования в трехмерном пространстве.
38. Model Studio CS ОРУ: базы данных.
39. Назначение и возможности программного комплекса Model Studio CS.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»

Программа подготовки:	магистратура (бакалавриат, специалитет, магистратура)
Направление подготовки:	13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (код, название)
Направленность (профиль):	«Электроснабжение и энергосбережение» (название)
Семестр:	2
Учебная дисциплина:	Системы автоматизированного проектирования объектов электроэнергетики

БИЛЕТ № 1

1. Какие электротехнические решения группы компаний CSOFT Вам известны?
2. Как провести светотехнический расчет в ProjectStudio CS Электрика?

Утверждено на заседании кафедры	Электроснабжение промышленных предприятий и городов (наименование кафедры полностью)
Протокол Зав. кафедрой	№ _____ от _____ (подпись) Левшов А.В. (Ф.И.О.)
Экзаменатор	_____ Бершадский И.А. (подпись) (Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ, студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы. Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной формы обучения		
Отчёт о выполнении задания на практическом занятии. Отчёт по лабораторной работе	2	Задание выполнено правильно, проектные решения обоснованы, приведен анализ полученного результата
	1	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по практическим занятиям и лабораторным работам (максимально возможное)	34	Из расчёта 17 аудиторных занятий для проведения практических занятий и лабораторных работ. Оценивается каждое занятие.
Выполнение индивидуального задания	16	При выполнении задания приняты правильные проектные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена грамотно
	8	Задание выполнено в целом правильно, проектные решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению работы
ИТОГО	50	Максимально возможное

Для студентов заочной формы обучения		
Выполнение контрольной работы (индивидуального задания)	50	При выполнении задания приняты правильные проектные решения, изложение материала аргументированное, последовательное, работа оформлена без замечаний
	30	Задание выполнено в целом правильно, но проектные решения не всегда обоснованы, имеются замечания по оформлению.
ИТОГО	50	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопросов. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками (при необходимости).

В случае, если ответ на вопрос не в полной мере отвечает приведенным требованиям, студенту засчитывается количество баллов, равное 10. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос студент получает 0 баллов.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	25
	вопрос 2	25
ИТОГО		50

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на:

- лабораторных работах

На примере темы «Project Studio CS Электрика 10.0»:

1. Объясните возможности работы с технологическим заданием в Project Studio CS Электрика.
2. Что такое база УГО (условные графические обозначения)?
3. Объясните возможности работы с электрической моделью в Project Studio CS Электрика.
4. Каким образом создается новый проект и как осуществить работу с подосновой AutoCAD в этом программном продукте?

Ответы на вопросы входного контроля учитываются преподавателем в результатах текущего контроля работы студента.

- практических занятиях

На примере темы «Расчет режима работы энергосистемы в Matcad»:

1. Какие методы необходимо использовать для расчета установившегося режима электрической сети?
2. Какие параметры режима энергосистемы рассчитываются в практическом задании?
3. Объясните принцип формирования топологической модели схемы замещения электрической системы.

4.5 Курсовое проектирование

Согласно учебному плану по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования объектов электроэнергетики» предусмотрено выполнение курсового проекта.

В данной курсовой работе рассмотрена система электроснабжения производственного (административного, коммунального и др.) здания.

Весь процесс создания и проекта электроснабжения выполняется в программе ProjectStudioCS Электрика 10.0.

Основными задачами проектирования электроснабжения являются:

- определение низковольтной расчетной нагрузки отдельных цехов и всего предприятия в целом;
- выбор сечения кабелей, коммутационной аппаратуры, трансформаторов КТП;
- создание отчетной документации.

Выбор схемы цехового электроснабжения и питающей сети производится в зависимости от категории электроприемников по надежности электроснабжения. Принятие проектных решений подтверждается проверочными расчётами.

Разработка всех разделов проекта должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных технических средств и передовой технологии. Соответствующие решения – приниматься на основе анализа современной технической литературы. Принятый в проекте инструмент должен соответствовать действующим стандартам.

Все основные положения проекта отражаются в пояснительной записке, содержащей все разделы и в графическом приложении (план предприятия, осветительная сеть, силовая сеть, принципиальная схема, таблицы).

Оценивание раздела производится исходя из следующего:

- правильное и обоснованное (аргументированное) проектное решение с использованием прогрессивных технологий, современного оборудования и инструмента, грамотное применение методики расчёта – максимально возможное количество баллов;
- правильное проектное решение с замечаниями по обоснованию (изложение материала не всегда логичное), имеются замечания по выбору оборудования, инструмента, приведенному расчёту и использованию его результатов – от 1/3 до 2/3 от максимально возможного количества баллов;
- неверное проектное решение, неумение выполнить расчет для принятия решения, получения необходимых результатов – ноль баллов.

Итоговая оценка по курсовому проектированию определяется суммированием набранных по разделам баллов.

При оценивании результатов курсового проектирования руководствуются следующим распределением максимально возможного количества баллов по основным разделам проекта:

№ п/п	Наименование раздела	Максимально возможное количество баллов
1	КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕДПРИЯТИЯ	10
2	ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБИТЕЛЕЙ	10
3	СОЗДАНИЕ ЭТАЖЕЙ, ПОМЕЩЕНИЙ И ЗАПОЛНЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ	10
4	ПОСТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ - расчет освещенности и автоматическая расстановка светильников на плане; - прокладка кабельных трасс; - подключение оборудования к распределительным устройствам; - прокладка кабелей в кабельных трассах	20 (по 5 баллов для каждого вопроса раздела)
5	ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ - расчет электрических нагрузок, токов утечки, токов короткого замыкания, потерь напряжения; - выбор коммутационных аппаратов; - выбор трансформатора и питающей линии; - проверка правильности выбора оборудования	20 (по 5 баллов для каждого вопроса раздела)
6	ПОЛУЧЕНИЕ ВЫХОДНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ - формирование и расстановка выносок; - автоматическое формирование документов по подготовленным шаблонам	20
7	ВЫВОДЫ	10
ИТОГО		100

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1. Гужов, Н. П. Системы электроснабжения : учебник / Н. П. Гужов, В. Я. Ольховский, Д. А. Павлюченко. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2015. - 262 с. - ISBN 978-5-7782-2734-7. - Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91525.html>

2. Основы САПР : учебное пособие / И. В. Крысова, М. Н. Одинец, Т. М. Мясоедова, Д. С. Корчагин. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 92 с. — ISBN 978-5-8149-2423-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/78451.html>

3. Руководство пользователя Energy CS [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. - [Россия], 2017. - Режим доступа: <https://www.energycs.ru/programs/energycs-regim/download.html>.

4. Жарков, Н. В. AutoCAD 2014 / Н. В. Жарков, М. В. Финков, Р. Г. Прокди. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2014. — 624 с. — ISBN 978-5-94387-954-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/35361.html>

5. Видео-уроки по Model Studio CS [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – [Россия], 2017. - Режим доступа: <https://www.youtube.com/user/MSCADRU>

6. Project Studio CS Электрика. Программа для автоматизированного проектирования в части силового электрооборудования (ЭМ), внутреннего (ЭО) и наружного (ЭН) электроосвещения промышленных и гражданских объектов [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. - [Россия], 2017. - Режим доступа: <https://www.projectstudio.ru/programs/electrica/download.html>

II. Дополнительная литература

7. Программный комплекс Model Studio CS Открытые распределительные устройства. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. - [Россия], 2017. - Режим доступа: <https://www.mscad.ru/programs/open-switchgear/download.html>

8. Model Studio CS Кабельное хозяйство. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. - [Россия], 2017. - Режим доступа: <https://www.mscad.ru/programs/cable/download.html>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:

9. Методические рекомендации для проведения лабораторных работ по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования объектов электроэнергетики» : для обучающихся по программе магистратуры направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (магистерская программа «Электроснабжение и энергосбережение») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов ; сост. И. А. Бершадский. – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 23 с.– Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5973.pdf>

10. Методические рекомендации для выполнения индивидуального задания по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования объектов электроэнергетики» : для обучающихся по программе магистратуры направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (магистерская программа «Электроснабжение и энергосбережение») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов; сост. И. А. Бершадский. – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 23 с.– Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5960.pdf>

11. Введение в электротехнические САПР группы компаний CSOFT : учеб. пособие / А. В. Левшов, С. Г. Джура, И. А. Бершадский ; ГОУВПО «ДОННТУ». - Донецк : ДОННТУ, 2018. – 164 с.
<http://ea.donntu.ru:8080/jspui/handle/123456789/33017>

12. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов. Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования объектов электроэнергетики» : для обучающихся по программе магистратуры направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (магистерская программа «Электроснабжение и энергосбережение») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов ;

сост. И. А. Бершадский. – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 17 с. - Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5953.pdf>

13. Методические рекомендации для проведения практических работ по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования объектов электроэнергетики»: для обучающихся по программе магистратуры направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (магистерская программа «Электроснабжение и энергосбережение») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов ; сост. И. А. Бершадский. – Донецк : ДОННТУ, 2020. - 35 с. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5972.pdf>

14. Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования объектов электроэнергетики»: для обучающихся по программе магистратуры направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (магистерская программа «Электроснабжение и энергосбережение») всех форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. электроснабжения промышленных предприятий и городов; сост.: И. А. Бершадский. – Донецк : ДОННТУ, 2020. – 41 с. Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. <http://ed.donntu.ru/books/21/m5957.pdf>

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR BOOKS – <http://www.iprbookshop.ru/>.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория № 8.406 учебный корпус 8 для проведения занятий лекционного типа, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: столы для компьютеров, стулья ученические, кафедра, большой демонстрационный монитор и компьютерное оборудование: DualCore Intel Core i5-661, 3478 MHz, Asus P7P55D, Intel Ibex Peak P55, 2 ГБ DDR3-1333 (2048 x 2), NVIDIA GeForce GT 240 (512 МБ), ST3750528AS ATA Device (750 ГБ, 7200 RPM, SATA-II) , VIA VT1828S, Microsoft Windows 7 32bit, монитор SyncMaster P2050 (1600x900@60Hz). Libreoffice 6.3.0 (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0), Mozilla Firefox (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0), Dev-C++ 5.11 (лицензия GNU GPLv2), Visual Studio Code (лицензия MIT), Octave 5.1 (лицензия GNU GPLv3), AVR Studio 4.19 (лицензия Freeware), Foxit Reader (лицензия Freeware), nanoCAD Электро 11.0 (лицензия учебная сетевая), Project Studio CS Электрика 10.0 (лицензия учебная сетевая), Model Studio CS (лицензия учебная сетевая), EnergyCS 3.5.0 (Потери, Режим, ТКЗ) (лицензия учебная сетевая), EnergyCS Электрика 3.0 (лицензия учебная сетевая).

2. Учебная аудитория № 8.406 учебный корпус 8 для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная: столы для компьютеров, стулья ученические, кафедра, большой демонстрационный монитор и компьютерное

оборудование: DualCore Intel Core i5-661, 3478 MHz, Asus P7P55D, Intel Ibex Peak P55, 2 ГБ DDR3-1333 (2048 x 2), NVIDIA GeForce GT 240 (512 МБ), ST3750528AS ATA Device (750 ГБ, 7200 RPM, SATA-II), VIA VT1828S, Microsoft Windows 7 32bit, монитор SyncMaster P2050 (1600x900@60Hz). Libreoffice 6.3.0 (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0), Mozilla Firefox (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0), Dev-C++ 5.11 (лицензия GNU GPLv2), Visual Studio Code (лицензия MIT), Octave 5.1 (лицензия GNU GPLv3), AVR Studio 4.19 (лицензия Freeware), Foxit Reader (лицензия Freeware), nanoCAD Электро 11.0 (лицензия учебная сетевая), Project Studio CS Электрика 10.0 (лицензия учебная сетевая), Model Studio CS (лицензия учебная сетевая), EnergyCS 3.5.0 (Потери, Режим, ТКЗ) (лицензия учебная сетевая), EnergyCS Электрика 3.0 (лицензия учебная сетевая).

3. Учебная аудитория № 8.406 учебный корпус 8 для проведения практических занятий, курсовой работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированная мебель: столы для компьютеров, стулья ученические, кафедра, большой демонстрационный монитор и компьютерное оборудование: DualCore Intel Core i5-661, 3478 MHz, Asus P7P55D, Intel Ibex Peak P55, 2 ГБ DDR3-1333 (2048 x 2), NVIDIA GeForce GT 240 (512 МБ), ST3750528AS ATA Device (750 ГБ, 7200 RPM, SATA-II), VIA VT1828S, Microsoft Windows 7 32bit, монитор SyncMaster P2050 (1600x900@60Hz). Libreoffice 6.3.0 (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0), Mozilla Firefox (лицензия GNU LGPLv3+ и MPL2.0), Dev-C++ 5.11 (лицензия GNU GPLv2), Visual Studio Code (лицензия MIT), Octave 5.1 (лицензия GNU GPLv3), AVR Studio 4.19 (лицензия Freeware), Foxit Reader (лицензия Freeware), nanoCAD Электро 11.0 (лицензия учебная сетевая), Project Studio CS Электрика 10.0 (лицензия учебная сетевая), Model Studio CS (лицензия учебная сетевая), EnergyCS 3.5.0 (Потери, Режим, ТКЗ) (лицензия учебная сетевая), EnergyCS Электрика 3.0 (лицензия учебная сетевая).

4. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС по-средством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).